

Alterações Provocadas pela Calagem na Eletroquímica de um Plintossolo

Changes Caused by the Lime in the Electrochemical of Plintosoil

Vanessa Damasceno Gonçalves^{a*}; Fabiana da Rocha^a; Weena Yamamoto Maeda^a

^aUniversidade de Cuiabá, Faculdade de Agronomia, MT, Brasil

*E-mail: vanessa-d-goncalves@hotmail.com

Resumo

Os solos da região tropical são bastante utilizados para fins agrícolas, pastoris ou de reflorestamento. Diante disto, a caracterização destes solos quanto aos seus atributos e o conhecimento sobre as suas relações é de fundamental importância para a previsão de medidas a serem adotadas para sua conservação. A calagem é uma prática de manejo da fertilidade do solo que eleva o rendimento das culturas, bastante utilizada em solos ácidos. As alterações químicas causadas pela calagem alteram o comportamento eletroquímico dos colóides e também influenciam em outros atributos do solo. Objetivou-se analisar as alterações eletroquímicas (ponto de efeito salino nulo, delta pH, PCZ e potencial elétrico) causadas pela calagem em um Plintossolo Pétrico Concrecionário Típico. A aplicação de calcário diminuiu o PESN, aumentou o PCZ e pode tanto aumentar o ΔpH e o ψ_0 quanto diminuí-los. Os resultados deste experimento, em comparação com os outros experimentos feitos com os objetivos parecidos, citados no decorrer do trabalho, só reforçam as peculiaridades de cada tipo de solo, demonstrando que pode haver variação de região para região, e também dentro de uma mesma região.

Palavras-chave: Atributos Eletroquímicos. Manejo de Fertilidade. Solos Ácidos.

Abstract

The soils of the tropics are widely used for agricultural, pastoral or forestry purposes. Given this, the characterization of these soils as to their attributes and knowledge about their relationships is crucial for predicting the measures to be adopted for soil conservation. Liming is a practice management of soil fertility that increases crop yields, widely used in acidic soils. Chemical changes caused by liming alter the electrochemical behavior of colloids and also influence on other soils. This study aimed to analyze the electrochemical changes (point of zero salt effect (PZSE), delta pH, PCZ and electric potential) caused by liming Typical Petric Concretionary Plinthosol. Liming decreased PZSE, increased PCZ, and can increase as decrease both ΔpH and ψ_0 . The results of this experiment, when compared with other experiments with similar studies, confirm the peculiarities of each soil type, showing that there may be variations from region to region and also within the same region.

Keywords: Acidic Soils. Electrochemical Properties. Management of Fertility.

1 Introdução

A região tropical possui uma diversidade de solos formadores da sua paisagem, e a maioria é altamente intemperizado, sendo bastante utilizados para fins agrícolas, pastoris ou de reflorestamento. Portanto, a caracterização destes solos quanto aos seus atributos e o conhecimento sobre as suas relações é de fundamental importância para a previsão de medidas a serem adotadas na sua conservação (CORINGA, 2005).

Estes solos são compostos, geralmente, de minerais silicatados do tipo 1:1 (dentre eles, a caulinita predomina) e óxidos de Fe e Al, com pequenas quantidades de micas e vermiculitas com hidróxi entre camadas. A composição é basicamente a mesma, porém, devido aos diferentes ambientes de formação a que estão submetidos, todos esses elementos mostram grande diversidade de característica, como tamanho de partículas, faces expostas, graus de substituição isomórfica, grau de envelhecimento, entre outros, o que os induzem a comportamentos bem diferenciados (FONTES;

CAMARGO; SPOSITO, 2001).

Esses solos apresentam propriedades desejáveis para a agronomia, como boa profundidade, estrutura estável, boa porosidade e alta permeabilidade. Contudo, também apresentam propriedades indesejáveis como alta acidez, baixa reserva de nutrientes, baixa capacidade de troca catiônica, alta capacidade de adsorção aniônica (especialmente fosfato) e ponto de carga zero (PCZ) alto (FONTES; CAMARGO; SPOSITO *et al.*, 2001), sendo necessária a adoção de práticas de manejo do solo, como adubação e calagem, para que seja possível obter boa produtividade das culturas.

A calagem é uma prática de manejo da fertilidade do solo que eleva o rendimento das culturas, especialmente nas regiões do Brasil onde predominam solos extremamente ácidos. As alterações químicas causadas por esse procedimento alteram o comportamento eletroquímico dos colóides e também influenciam em outros atributos do solo (ALBUQUERQUE *et al.*, 2003).

Todos os elementos presentes nesses solos, incluindo os minerais, a matéria orgânica e os elementos adicionados

através dos manejos de correção afetam diretamente as propriedades químicas, eletroquímicas e físicas dos solos. Neste sentido, o estudo da distribuição das cargas elétricas das partículas coloidais é de fundamental importância para o entendimento de diversos fenômenos físico-químicos que ocorrem nos solos, já que a maioria das reações eletroquímicas que influencia a fertilidade dos solos, consequentemente, a nutrição de plantas, e que pode interferir em fenômenos relacionados ao seu manejo e conservação, ocorre na superfície dos constituintes da fração orgânica e mineral (FONTES; CAMARGO; SPOSITO, 2001; MELO; ALLEONI, 2009).

As propriedades eletroquímicas das fases sólidas, como o ponto de efeito salino nulo (PESN), o ponto de carga zero (PCZ) e a densidade de cargas, influenciam diretamente o comportamento dos elementos no solo, especialmente a composição da solução do solo e a biodisponibilidade desses elementos. Portanto, a partir da identificação deles é possível determinar a carga superficial líquida das partículas (SILVA, 2011) e, consequentemente, caracterizar as cargas superficiais dos colóides, além de fazer inferências a respeito do desenvolvimento pedogenético, da definição de cronossequência e do comportamento quanto à dissolução de minerais (FONTES; CAMARGO; SPOSITO, 2001), entre outras aplicações.

Pelo fato da densidade de carga na superfície poder ser alterada em solos com carga variável pela aplicação orientada de fertilizantes e corretivos, aumentando significativamente a CTC e, portanto, a capacidade produtiva desses solos (CORINGA; WEBER, 2008), o PESN do horizonte superficial é dependente das condições de uso e manejo agrícola o que leva à sua utilização como forma de avaliar a fertilidade do solo.

Pensando em todos esses fatores, objetivou-se verificar a influência da calagem nos atributos eletroquímicos, mais especificamente o PESN, o PCZ, o ΔpH e o Potencial elétrico de um solo classificado como Plintossolo Pétrico Concrecionário Típico.

2 Material e Métodos

O experimento foi realizado com duas amostras simples de um perfil de solo, Plintossolo Pétrico Concrecionário Típico, na profundidade de 0-20 cm, coletadas na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), localizada no município de Santo Antônio do Leverger, MT, próximo das coordenadas de 15°47'5'' Sul, e 56°04' Oeste, e altitude de 140 m, na microrregião da Baixada Cuiabana. O clima da região é do tipo Aw (Clima de Cerrado), segundo classificação de Köppen.

As amostras foram armazenadas e enviadas ao Laboratório para realização da análise química e física.

Cada amostra foi dividida em duas partes, uma (de 300 g) para fazer a calagem conforme a necessidade de calcário para elevar a saturação por bases (V%) a 70% e, então determinar o PESN, e a outra para fazer a determinação do PESN do solo em

seu estado natural, para que pudesse ser feita a comparação.

2.1 Calagem

A calagem das amostras foi feita da seguinte forma:

Fez-se o cálculo da necessidade de calagem pelo método que utiliza a saturação por bases do solo descrito por Sousa e Lobato (2004):

$$N.C.(t/ha) = \frac{V_2 - V_1}{100} T \times f$$

Em que:

V_2 = Saturação por bases que se deseja

V_1 = $S/T \times 100$ = Saturação por bases atual

T = $(H + Al + S)$ $cmol_c/dm^3$

S = $(Ca + Mg + K)$ $cmol_c/dm^3$

f = fator de correção para a qualidade do calcário = $\frac{100}{PRNT}$

Posteriormente, a quantidade necessária foi misturada a 30 ml de água destilada, para que o calcário reagisse e ficasse mais homogêneo com o solo. Em seguida o solo (misturado com a água e com o calcário) foi homogeneizado durante cinco minutos para que o calcário tivesse a maior superfície de contato possível com o solo. O Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT) do calcário utilizado era de 100%. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos e guardadas em laboratório durante aproximadamente três meses. Após esse período, foram secas em estufa a 45°C durante 24 horas, em seguida levadas para análise química no mesmo laboratório citado anteriormente e, então, foi determinado o PESN.

2.2 Determinação do PESN

Enquanto as amostras estavam reagindo com o calcário, fez-se a determinação do PESN das amostras sem calcário. Depois do período de reação, o processo foi repetido com as amostras nas quais a calagem foi feita.

A determinação foi realizada a partir da metodologia descrita por Raij e Peech (1972) modificado por Tan (1982). Foram realizadas três séries eletrolíticas nas molaridades de KCl 1 M, 0,1 M e 0,01 M para cada amostra.

Cada pote de 50 ml continha 0,5 g do solo coletado e 10 ml da solução de KCl na concentração respectiva de cada série eletrolítica, totalizando 21 unidades por amostra de solo. No primeiro pote de cada série foi acrescentado 0,4 ml de NaOH, no segundo 0,8 ml de NaOH, sendo o terceiro pote o branco onde foi adicionado 10 ml de água destilada e deionizada, no quarto pote foram adicionados 0,4 ml de HCl, no quinto 0,8 ml de HCl, no sexto 1,2 ml de HCl e no sétimo 1,6 ml de HCl. Todos os potes foram completados com água destilada e deionizada até atingirem 20 ml cada. Em seguida, foram levados para o agitador de solos, sendo posicionados verticalmente e agitados mecanicamente por uma hora. O processo de agitação foi repetido em três dias consecutivos. No terceiro dia após o processo, a mistura foi deixada em repouso para que o solo decantasse e em seguida foi medido o pH em cada copo com o auxílio de um pHmetro.

O valor do PESN para cada amostra de solo analisada foi

obtido através da interseção das curvas de titulação utilizando o programa computacional PESN para Windows versão 1.0 de acordo com Alves *et al.* (2002).

2.3 Delta pH

Foi calculado pela diferença entre o pH do solo em KCl e o pH do solo em água segundo Alleoni (1992 *apud* CORINGA, 2005):

$$\Delta\text{pH} = \text{pH}_{\text{KCl}} - \text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$$

Os valores de $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ e pH_{KCl} foram determinados pela metodologia descrita por Camargo *et al.* (2009). Colocou-se 10 cm³ de TFSA em copo plástico. Para a determinação do pH em água, adicionou-se 25 ml de água destilada e, separadamente, para o pH em KCl 1 N, 25 ml da solução de KCl 1 N. A solução foi agitada mecanicamente durante 15 minutos, esperou-se 30 minutos e, então, procedeu-se à leitura com um pHmetro de bancada calibrado.

2.4 Ponto de carga zero

A estimativa do PCZ de cada amostra foi calculada utilizando a equação proposta por Keng e Uehara (1974), a qual é dada por: $\text{PCZ} = 2\text{pH}_{\text{KCl}} - \text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$.

2.5 Potencial elétrico superficial (ψ_0)

O ψ_0 foi calculado utilizando a equação de

Nernst, simplificada por Melo e Alleoni (2009):

$$\psi_0 = 59 \times (\text{PCZ} - \text{pH}_{\text{H}_2\text{O}})$$

3 Resultados e Discussão

3.1 Atributos físicos

A fração granulométrica dominante nas amostras estudadas foi a areia, representando 86,1% da amostra, enquanto os teores de silte e argila foram de 4,8% e 9,1%, respectivamente. O que classifica a textura deste solo como arenosa, segundo o guia para grupamento de classes de textura da Embrapa (SOUSA; LOBATO, 2004).

Após a calagem, percebe-se que ocorreu a floculação dos solos, corroborando os estudos de Passos (2004). O contrário foi observado por Albuquerque *et al.* (2000), os quais avaliaram que a aplicação de calcário em um latossolo Bruno aumentou a dispersão de argilas. No estudo feito por Albuquerque *et al.* (2003), a calagem diminuiu o grau de floculação da argila. Melo e Alleoni (2009) explicam que a calagem pode promover tanto a dispersão como a floculação do solo, dependendo das propriedades eletroquímicas dos solos e da quantidade aplicada de corretivo.

3.2 Atributos químicos

Os resultados das análises químicas das amostras estão descritos nos Quadros 1 e 2.

Quadro 1: Resultados da análise química das amostras antes da calagem. Cuiabá-MT, 2014

Amostra	pH	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H	M.O	SB	CTC _{pH7}	V
	H ₂ O	CaCl ₂	mg/dm ³	cmol _c /dm ³				g/dm ³	cmol _c /dm ³	%		
1	4,5	3,9	4,1	0,03	0,33	0,20	0,56	1,57	7	0,6	2,69	20,80
2	4,7	3,8	3,3	0,02	0,31	0,21	0,56	0,94	4	0,5	2,00	26,50

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 2: Resultados da análise química das amostras após a calagem. Cuiabá-MT, 2014

Amostra	pH	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H	M.O	SB	CTC _{pH7}	V
	H ₂ O	CaCl ₂	mg/dm ³	cmol _c /dm ³				g/dm ³	cmol _c /dm ³	%		
1	6,3	5,6	4,1	0,03	1,23	0,77	0,00	0,88	6	2,0	2,91	69,80
2	6,4	5,6	3,8	0,02	0,93	0,65	0,00	0,75	4	1,6	2,4	68,10

Fonte: Dados da pesquisa.

As amostras analisadas antes da calagem indicam que o solo analisado é ácido (pH abaixo de 5,5) e com baixa fertilidade. O teor de matéria orgânica foi de 0,21% o que é muito aquém do recomendado, que é de 5%, segundo Sousa e Lobato (2004). A saturação por bases ficou próxima de 25% para as duas amostras, diante disso, os solos foram classificados como distróficos (V% < 50). Estes também são solos álicos, já que a saturação por alumínio (m%) foi igual a 50% em ambas as amostras. Os teores de Ca e Mg foram baixos, a CTC foi baixa, o teor de fósforo foi muito baixo e o de potássio foi classificado como baixo, segundo Sousa e Lobato (2004).

A calagem aumentou o pH tanto em água como em KCl, aumentando também os teores de Ca e Mg, como esperado e também observado por Pottker e Ben (1998). O teor de Mg ficou dentro do valor considerado adequado (entre 0,5 e 2,0 cmol_c/dm³), porém o teor de Ca continuou abaixo do adequado (<1,5 cmol_c/dm³).

Devido ao aumento de Ca+Mg, a soma de bases aumentou, a CTC_{pH7} e a saturação por bases também. Este último foi elevado até bem próximo da percentagem desejada (70%).

A saturação por alumínio (m%) foi reduzida a zero, o que também já era esperado, já que um dos efeitos da calagem

no solo é a diminuição do teor de alumínio trocável (Al^{+3}) e da saturação de alumínio no complexo de troca (GOEDERT, 1995; FREIRE, 2013; SOUSA; LOBATO, 2004). O teor de H (acidez potencial) também diminuiu.

Percebeu-se também que a aplicação de calcário não influenciou nos teores de potássio e de fósforo, tampouco nos teores de matéria orgânica (MO). No estudo feito por Passos (2004), onde foram avaliados os efeitos do calcário em plantio direto e convencional, a adição de calcário também não modificou o teor de C orgânico, porém no experimento de Albuquerque *et al.* (2000), no qual o objetivo foi avaliar os efeitos nos atributos físicos e eletroquímicos de acordo com a dosagem de calcário, observou-se que o teor de MO diminuiu conforme se aplicou uma dose maior de calcário.

Todos os efeitos observados neste estudo também foram observados por Albuquerque *et al.* (2003).

3.3 Atributos eletroquímicos

Os atributos eletroquímicos destas amostras estão listados nos Quadros 3 e 4.

Quadro 3: Eletroquímica dos solos antes da calagem. Cuiabá-MT, 2014

Amostra	PESN	PCZ	ΔpH	ψ_0
1	2,65	3,14	-0,69	-96,76
2	3,83	3,24	-1,08	-127,44

Fonte: Dados da pesquisa.

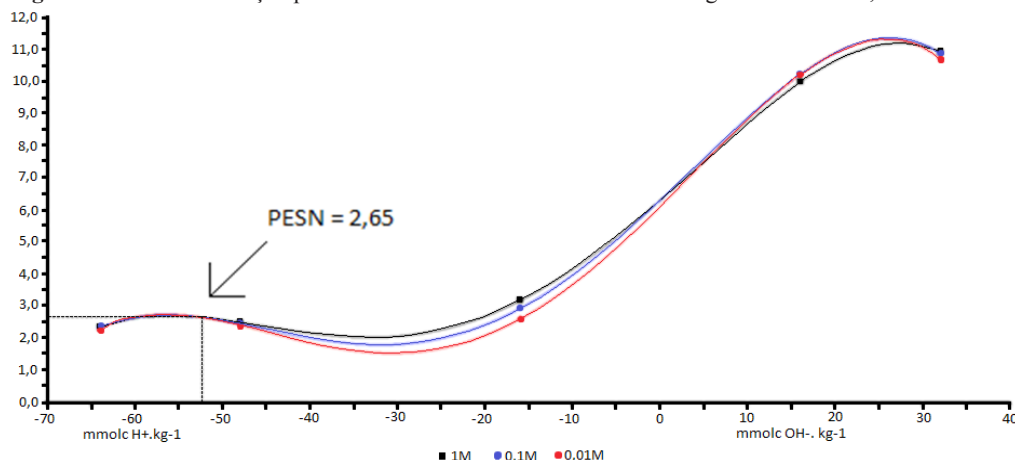
Quadro 4: Eletroquímica dos solos após a calagem. Cuiabá-MT, 2014

Amostras	PESN	PCZ	ΔpH	ψ_0
1	2,00	6,46	-0,37	-43,66
2	2,11	4,68	-1,12	-132,16

Fonte: Dados da pesquisa.

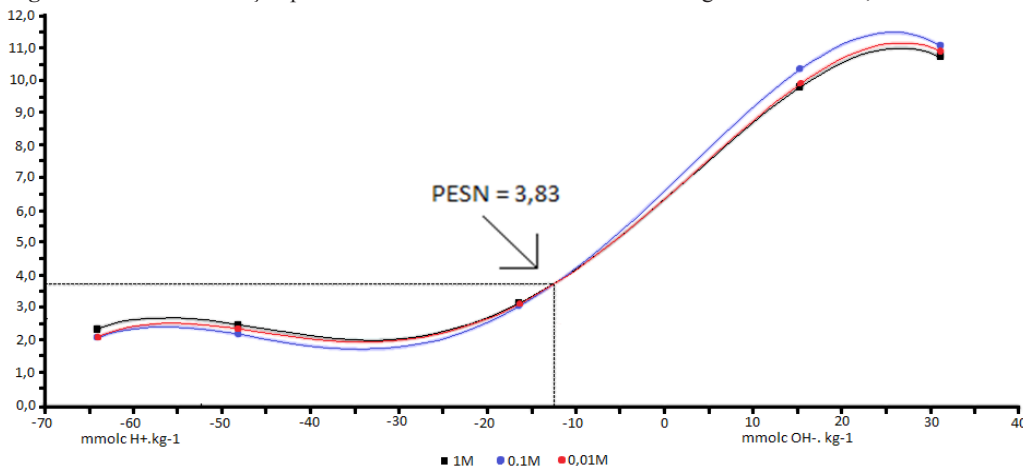
O PESN foi considerado igual ao valor de pH correspondente ao ponto de intersecção das curvas estabelecidas para as três concentrações salinas de KCl (1, 01 e 0,01 M), tituladas com as soluções de HCl e NaOH. As curvas das amostras que antes da calagem encontram-se nas Figuras 1 e 2.

Figura 1: Curva de titulação potenciométrica da amostra 1 antes da calagem. Cuiabá-MT, 2014



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 2: Curva de titulação potenciométrica da amostra 2 antes da calagem. Cuiabá-MT, 2014.



Fonte: Dados da pesquisa.

Nas amostras 1 e 2 sem calcário, foi encontrado valores de PESN iguais a 2,65 e 3,83, respectivamente. Esses valores estão abaixo do valor encontrado para pH em água (4,5 para a amostra 1 e 4,7 para a 2), indicando que neste solo há predominância de cargas negativas, ou seja, estes solos possuem maior capacidade de troca catiônica (CTC) do que aniônica, o que pode ser confirmado pelos valores negativos de ΔpH e ψ_0 .

Os valores encontrados para o PESN foram baixos. Teoricamente, esses valores deveriam ser altos, pois os plintossolos possuem como característica horizontes com formação de plintita, que são corpos distintos de material rico em óxidos de ferro, que aumentam os valores de PESN, além disso, o teor de matéria orgânica foram muito baixos (vide Tabela 1), podendo, desta forma, não influenciar no valor deste atributo.

A explicação mais provável é que a caulinita seja o mineral predominante neste solo, pois Alves (2002) e Silva *et al.* (1996) reportaram que a magnitude da relação Caulinita/Gibbsita (Ct/Gb) tende a diminuir o PESN do solo, devido ao efeito depressor da caulinita sobre este atributo eletroquímico e Santos (2013) e Zaroni e Santos (2011) afirmaram que a atividade da argila dos Plintossolos é baixa, o que é uma característica da caulinita. (CORINGA; WEBER, 2008) estudaram um perfil que apresentou maior valor da relação Ct/Gb em profundidade e, por consequência, menor valor de PESN.

Também é possível inferir que o solo seja rico em SiO_2 , pois, de acordo com Silva *et al.* (1996), maiores quantidades de SiO_2 (PCZ igual a 2,00) tende a reduzir o

valor do PESN.

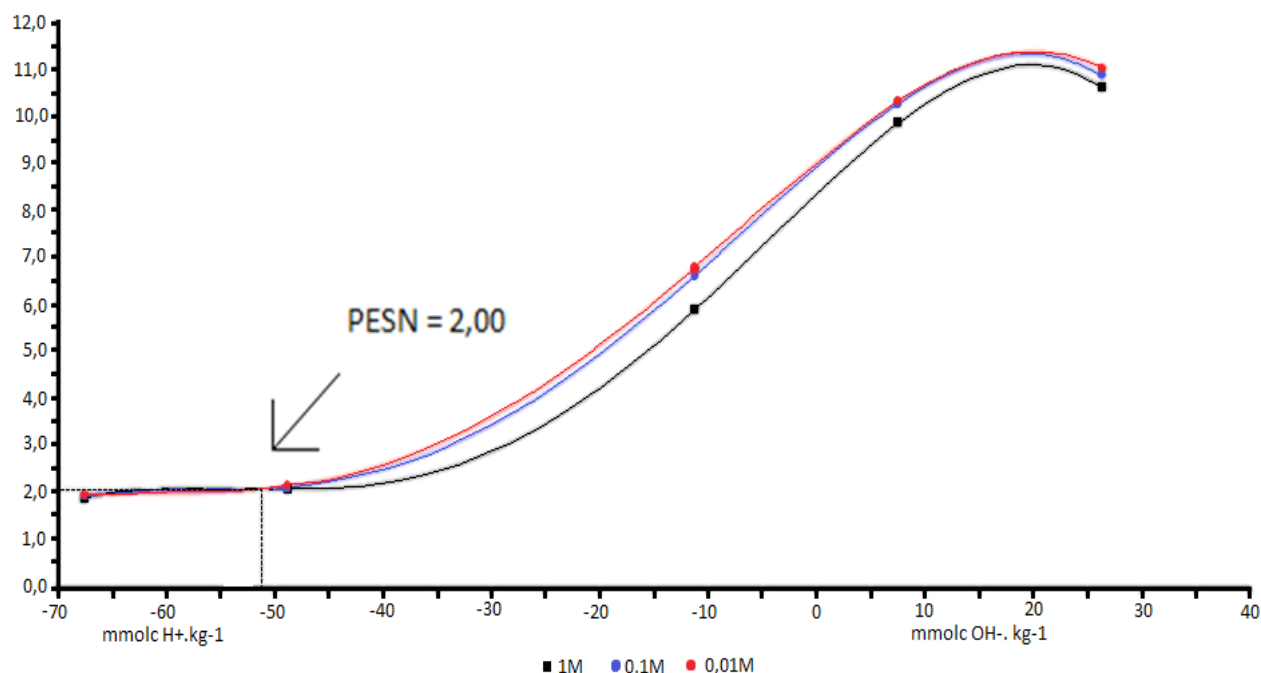
Alves *et al.* (2002) observaram uma correlação inversa entre os valores de PESN e os índices de K_i e K_r , indicando que os maiores valores de PESN estavam associados aos solos mais intemperizados. Portanto, outra possível explicação para os baixos valores de PESN é que as amostras analisadas neste trabalho podem ser de solos pouco intemperizados. Ou ainda, é possível que o fato de a amostragem ter sido realizada na superfície (0-20 cm de profundidade) e os altos teores de óxidos de Fe podem estar concentrados em subsuperfície, o que diminuiria a quantidade desses óxidos na amostra, diminuindo a influência deles no PESN.

Infelizmente não é possível afirmar com certeza o que provocou o baixo PESN, pois para isso seria necessário uma análise mineralógica das amostras, o que não foi possível fazer devido a não realização dessas análises nos laboratórios pesquisados na região.

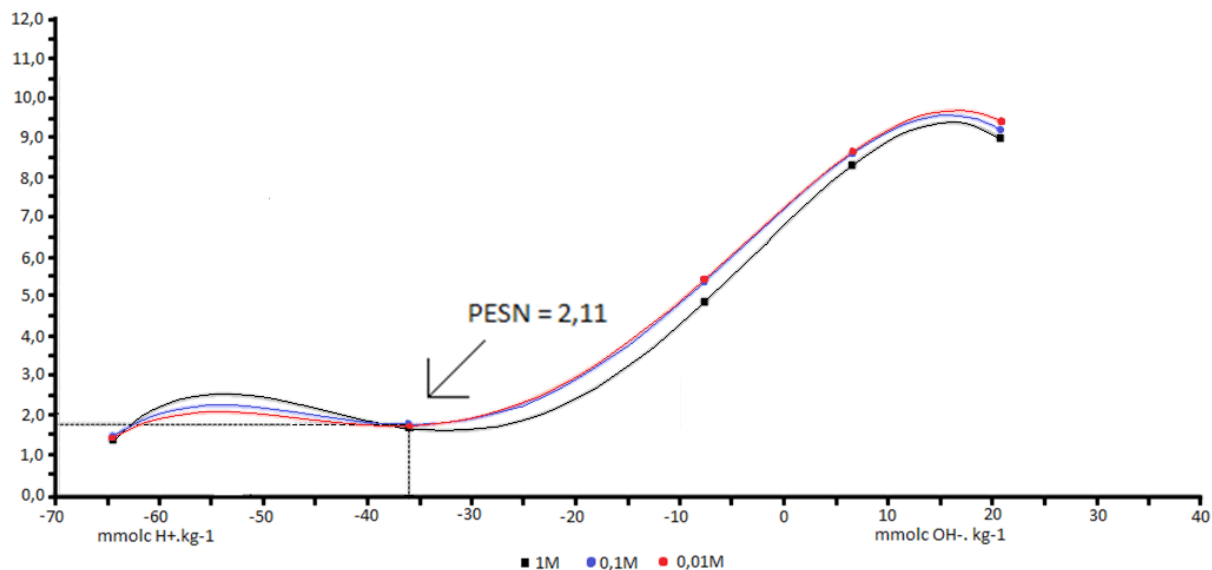
Os valores de PCZ também foram baixos, embora pela teoria, deveriam ser mais altos, provavelmente devido aos mesmos motivos observados para o PESN. O PCZ ficou próximo do PESN em ambas as amostras, isto é observado apenas em solos altamente intemperizados, segundo Benites e Mendonça (1998 *apud* SILVA, 2011).

Segundo Albuquerque *et al.* (2000), as principais alterações químicas ocasionadas pela calagem em solos ácidos com predominância de carga variável são na carga líquida negativa do solo e no potencial elétrico negativo superficial. As curvas das amostras após a calagem estão representadas nas Figuras 3 e 4.

Figura 3: Curva de titulação potenciométrica da amostra 1 após a calagem. Cuiabá-MT, 2014.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 4: Curva de titulação potenciométrica da amostra 2 após a calagem. Cuiabá-MT, 2014.

Fonte: Dados da pesquisa.

Neste estudo, as principais alterações aferidas nos solos após ser feito a calagem foram nos valores de PCZ, que aumentaram de 3,14 para 6,46 na amostra 1 e de 3,24 para 4,68 na amostra 2, e nos valores de PESN que diminuiram de 2,65 para 2,00 na amostra 1 e de 3,83 para 2,11 na amostra 2. Albuquerque *et al.* (2000) observaram que com a aplicação de 18 t/ha em um latossolo bruno o PESN aumentou de 3,77 na ausência de calcário para 4,30, provavelmente devido à diminuição dos teores de matéria orgânica e pela adsorção específica de Ca e Mg que, através de complexos de esfera interna, que ocorre com a elevação do pH, incorpora cargas positivas às superfícies sólidas do solo, diminuindo com isso a carga líquida negativa, com reflexos no aumento do PESN, o contrário pode ter ocorrido neste estudo. Albuquerque *et al.* (2003) também encontraram resultados opostos ao presente trabalho, onde o PESN de um solo ácido aumentou de 3,8 para 4,3 quando foram aplicados 9 t/ha de calcário.

Segundo Parks e Bruyn (*apud* FONTES; CAMARGO; SPOSITO, 2001), o PCZ geralmente representa o pH de máxima aglomeração de partículas e o menor potencial de solubilização do mineral e neste experimento foi observado a floculação nos solos. A partir disso, pode-se inferir que a calagem aumentou o pH que ocorre a máxima aglomeração das partículas e o menor potencial de solubilização do mineral, ou seja, aumentou o valor de PCZ.

O valor de PCZ se distanciou do PESN, porém, para conseguir explicar esse resultado também seria necessária a análise mineralógica da amostra, para avaliar a alteração causada na composição da argila, o que não foi possível fazer.

Na amostra 1, os valores de ΔpH e do potencial elétrico (ψ_0) ficaram mais próximos de zero, ou seja, o solo se tornou menos eletronegativo. O contrário foi observado por Albuquerque *et al.* (2000), que encontraram um aumento

no potencial elétrico negativo das partículas de solo pela aplicação de calcário.

Coringa e Weber (2008) e Silva *et al.* (1996) observaram uma correlação positiva entre o PESN e o ΔpH , porém isso não foi observado na amostra 1, o ΔpH se tornou menos negativo (aumentou) com a adição de calcário e ao mesmo tempo o PESN diminuiu.

Na amostra 2 os valores de ΔpH e do ψ_0 ficaram mais negativos, demonstrando que o solo se tornou mais eletronegativo. O valor do ΔpH correlacionou positivamente com o PESN, corroborando com Albuquerque *et al.* (2000), Coringa e Weber (2008) e Silva *et al.* (1996).

Os resultados deste experimento, em comparação com os outros experimentos feitos com os objetivos parecidos, citados no decorrer do trabalho, só confirmam as peculiaridades de cada tipo de solo, demonstrando que pode haver variação de região para região, e também dentro de uma mesma região.

4 Conclusão

A aplicação de calcário diminuiu o PESN, aumenta o PCZ e pode tanto aumentar quanto diminuir o ΔpH e o ψ_0 .

Referências

- ALBUQUERQUE, J.A. *et al.* Aplicação de calcário e fósforo e estabilidade da estrutura de um solo ácido. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, v.27, p.799-806, 2003.
- ALBUQUERQUE, J.A. *et al.* Propriedades físicas e eletroquímicas de um Latossolo Bruno afetadas pela calagem. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, v.24, p.295-300, 2000.
- ALVES, M.E.; MACEDONIO, C.R.; LAVORENTI, A. Ponto de efeito salino nulo: determinação analítico-computacional a partir de dados de titulação potenciométrica. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, v.26, p.553-559, 2002.
- CAMARGO, O.A. *et al.* *Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas*. Campinas: Instituto Agrônomo, 2009.

- CORINGA, E.A.O. *Atributos eletroquímicos dos solos de uma topossequência na microbacia Chico Nunes, Mato Grosso*. 2005. 177f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá. 2005.
- CORINGA, E.A.O.; WEBER, O.L.S. Ponto de efeito salino nulo de latossolos Microbacia Chico Nunes, Mato Grosso. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, v.32, p.441-448, 2008.
- FONTES, P.F.F.; CAMARGO, O.A.; SPOSITO, G. Eletroquímica das partículas coloidais e sua relação com a mineralogia de solos altamente intemperizados. *Sci. Agricola*, v.58, n.3, p.627-646, jul./set. 2001.
- FREIRE, L.R. *Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro*. – Brasília: Embrapa; Seropédica: Universidade Rural, 2013. 430p.
- GOEDERT, W.J. *Calagem e adubação*. Brasília: Embrapa-SPI; Planaltina: Embrapa-CPAC, 1995.
- KENG, J.C.W.; UEHARA, G. Chemistry, mineralogy and taxonomy of Oxisols and Ultisols. *Proc. Soil Crop Sci. Soc.*, v.33, p.119-126, 1974.
- MELO, V.F.; ALLEONI, L.R.F. *Química e mineralogia do solo - Parte II*. Viçosa: SBCS, 2009.
- PASSOS, J.F.M. *Atributos do solo e produtividade da soja em um latossolo bruno afetado por sistema de manejo e calagem*. 2004. 79f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Faculdade de Agronomia, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages. 2004.
- PÖTTKER, D.; BEN, J. R. Calagem para uma rotação de culturas no sistema Plantio Direto. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, v.22, p.675-684, 1998.
- RAIJ, B.V.; PEECH, M. Electrochemical properties of some Oxisols and Alfisols of the tropics. *Soil Sci. Soc. Am. Proceed.*, v.36, p.587-593, 1972.
- SANTOS, H.G. *Sistema Brasileiro de classificação dos solos*. Brasília: Embrapa, 2013.
- SILVA, M.S.N. *Ponto de efeito salino nulo e cargas elétricas em um latossolo vermelho-amarelo*. 2011. 31f. Monografia (Bacharel em Agronomia) - Faculdade de Agronomia, Universidade de Cuiabá, Cuiabá. 2011.
- SILVA, M.L.N. *et al.* Ponto de efeito salino nulo e suas relações com propriedades mineralógicas e químicas de latossolos brasileiros. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.31, n.9, p.663-671, 1996.
- SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. *Cerrado: correção do solo e adubação*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004..
- TAN, K.H. *Principles of soil chemistry*. New York: Marcel Dekker, 1982.
- ZARONI, M.J.; SANTOS, H.G. *Plintossolos*. 2011. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_15_2212200611542.html. Acesso em: 20 mar. 2014.